#### (12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

# (19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle Bureau international



# ) - | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

(43) Date de la publication internationale 8 juillet 2004 (08.07.2004)

**PCT** 

(10) Numéro de publication internationale WO 2004/057364 A3

- (51) Classification internationale des brevets7: G01S 5/14
- (21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/050176

(22) Date de dépôt international :

16 décembre 2003 (16.12.2003)

(25) Langue de dépôt :

francais

(26) Langue de publication :

français

- (30) Données relatives à la priorité : 0216227 19 décembre 2002 (19.12.2002) FF
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): OR-GANISATION INTERGOUVERNEMENTALE DITE AGENCE SPATIALE EUROPÉENNE [FR/FR]; 8-10 rue Mario-Nikis, F-75738 PARIS CEDEX 15 (FR).

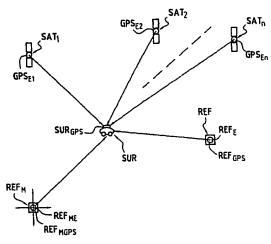
(72) Inventeurs; et

- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): HER-NANDEZ-PAJARES, Manuel [ES/ES]; Dolors Almeda, 1, D, 403a, Cornella, E-08940 BARCELONE (ES). JUAN-ZORNOZA, José Miguel [ES/ES]; Art, 55, 102a, E-08041 BARCELONE (ES). SANZ-SUBI-RANA, Jaume [ES/ES]; Diputacio, 99, 202a, E-08015 BARCELONE (ES). GARCIA-RODRIGUEZ, Alberto [ES/NL]; Hoofdweg 1547, 2157 BA Abbenes (NL).
- (74) Mandataire: LEPERCQUE, Jean; 94, rue Saint Lazare, F-75442 PARIS (FR).
- (81) États désignés (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR REAL TIME NAVIGATION USING SATELLITE TRANSMITTED THREE-CARRIER RADIO SIGNALS AND IONOSPHERIC CORRECTIONS

(54) Titre: PROCEDE ET SYSTEME DE NAVIGATION EN TEMPS REEL A L'AIDE DE SIGNAUX RADIOELECTRIQUES A TROIS PORTEUSES EMIS PAR DES SATELLITES ET DE CORRECTIONS IONOSPHERIQUES



(57) Abstract: The invention concerns a method for real time navigation for locating a nomad (<I>SUR</I>) using radio signals with three carriers of three different frequencies, to determine the position of a user, transmitted by satellites ( $SAT_1$ -GPSE<SB>E1</SB>  $ASAT_n$ - $GPSE_{En}$ ). The method comprises a first step which consists in determining extra-long-path carrier phase ambiguity, a second step which consists in estimating long-path phase ambiguity, and a third step which consists in resolving the phase ambiguity of one of the frequencies. One additional step consists in real time application of ionospheric corrections during the third step, said ionospheric corrections being based on a constantly updated ionospheric model of said ionospheric layer calculated by a reference fixed earth station (<I>REF-REF<SB>E</SB>/I>), combined with geodesic data calculated by a so-called master reference fixed earth station (<I>REF<SB>ME</SB>/I>). The invention also concerns a system for implementing said method.

[Suite sur la page suivante]

- SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (régional): brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

#### Publiée:

avec rapport de recherche internationale

- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont recues
- (88) Date de publication du rapport de recherche internationale: 12 août 2004

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé: L'invention concerne un procédé de navigation en temps réel pour localiser un nomade (SUR) à l'aide de signaux radioélectriques à trois porteuses de trois fréquences distinctes, pour déterminer la position d'un utilisateur, émis par des satellites (SAT<sub>1</sub>-GPSE<sub>E1</sub> à SAT<sub>n</sub>-GPSE<sub>En</sub>). Le procédé comprend une première étape de détermination d'ambiguïté de phase de porteuse de "chemin extra-long", une deuxième étape d'estimation d'ambigu"té de phase "de chemin longe et une troisième étape de résolution de l'ambiguïté de phase d'une des fréquences. Une étape supplémentaire consiste en l'application de corrections ionosphériques en temps réel pendant la troisième étape, ces corrections ionosphériques étant basées sur un modèle ionosphérique de ladite couche ionosphérique continûment mis à jour calculé par une station terrestre fixe de référence (REF-REF<sub>E</sub>), combiné avec des données géodésiques calculées par une station terrestre fixe de référence, dite maître (REF<sub>M</sub>-REF<sub>ME</sub>). L'invention concerne aussi un système pour la mise en œuvre du procédé.

### INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCI/FR 03/501/6

		CI/FR 03/501/6		
A. CLASSI IPC 7	FICATION OF SUBJECT MATTER G01S5/14	•		
A coordina to	o international Patent Classification (IPC) or to both national classif	Parties and IDC		
	SEARCHED	ication and IPC	·	
Minimum do	ocumentation searched (classification system followed by classific	allon symbols)		
IPC 7	G01S			
Documental	tion searched other than minimum documentation to the extent that	t such documents are include	d in the fields searched	
Electronic d	lata base consulted during the international search (name of data	base and, where practical, se	earch (erms used)	
EPO-In	ternal, WPI Data, PAJ, INSPEC		•	
C. DOCUM	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category •	Citation of document, with indication, where appropriate, of the	relevant passages	Relevant to claim No.	
X	HERNANDEZ-PAJARES M ET AL: "Im real-time ionospheric determina improving precise navigation wi	tion on	1-9	
	and next-generation GPS" PROCEEDINGS ION GPS-2002, September 2002 (2002-09), XP001 Portland, Oregon, USA			
	the whole document			
Α	US 5 805 108 A (LENNEN GARY R) 8 September 1998 (1998-09-08) abstract column 16, line 6 - column 17,	line 20	1,8	
A	US 6 356 232 B1 (ALBER CHRISTOP 12 March 2002 (2002-03-12) abstract	HER ET AL)	1,8	
		-/		
		-/	· ·	
χ Furt	.ther documents are listed in the continuation of box C.	Patent family me	ambers are listed in annex.	
° Special ca	ategories of cited documents:	*T* later document public	shed after the International filing date	
consi	ent defining the general state of the art which is not dered to be of particular relevance document but published on or after the International	or phonty date and t	the date the international filing date not in conflict with the application but the principle or theory underlying the	
filing date  "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another		cannot be considere involve en inventive	'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone     'Y' document of particular relevance; the claimed invention	
O docum other	on or other special reason (as specified) nent referring to an oral disclosure, use, exhibition or means	document is combined	artelevance; the claimed invention ed to involve an inventive step when the ned with one or more other such docu- nation being obvious to a person skilled	
tatert	nent published prior to the international filing date but than the priority date claimed	*&* document member o	**************************************	
	exctual completion of the international search		e International search report	
	10 June 2004 mailing address of the ISA	18/06/20	JU4 	
ranie eno	mauing address of the ISA European Pateni Office, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (-31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo ni,	Authorized officer		
	Fax: (+31-70) 340-3016	Roost, C	J	

1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCI/FR 03/501/6

C.{Continu	ation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to dalm No.
A	VOLLATH U ET AL: "Analysis of three-carrier ambiguity resolution technique for precise relative positioning in GNSS-2" NAVIGATION. JOURNAL OF THE INSTITUTE OF NAVIGATION, SPRING 1999, INST. NAVIGATION, USA, vol. 46, no. 1, April 1999 (1999-04), pages 13-23, XP008024320 ISSN: 0028-1522 cited in the application abstract	1,8
Α	JUNG J, ENGE P, PERVAN B: "Optimization of Cascade Integer Resolution with Three Civil GPS Frequencies" INSTITUTE OF NAVIGATION, GPS 2000 CONFERENCE, 19 September 2000 (2000-09-19), - 22 September 2000 (2000-09-22) XP008024327 SALT LAKE CITY, UT cited in the application abstract	1,8
Α	HERNANDEZ-PAJARES M, JUAN JM, SANZ J, COLOMBO OL: "Tomographic modeling of GNSS ionospheric corrections: Assessment and real-time applications" PROCEEDINGS OF THE ION GPS-2001, September 2001 (2001-09), pages 616-625, XP008024325 Salt lake City, Utah cited in the application abstract	1,8
A	HERNANDEZ-PAJARES M ET AL: "Improving the real-time ionospheric determination from GPS sites at very long distances over the equator"  JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1 OCT. 2002, AMERICAN GEOPHYS. UNION, USA, vol. 107, no. A10, October 2002 (2002-10), pages SIA10-1-10, XP008024333 ISSN: 0148-0227 cited in the application abstract	1,8

1

#### INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

PC1/FR 03/501/6

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5805108	Α	08-09-1998	NONE		
US 6356232	B1	12-03-2002	NONE		

Form PCT/ISA/210 (patert family annex) (January 2004)

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements

membres de families de brevets

PCT/FR 03/50176

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5805108	Α	08-09-1998	AUCUN	
US 6356232	B1	12-03-2002	AUCUN	

Formulaire PCT/ISA/210 (annexe families de brevets) (Janvier 2004)

### RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 03/50176

			PCT/FR 03,	/50176
A. CLASSEI CIB 7	MENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE G01S5/14			
Selon la clas	ssification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classifica	dion nationale et la C	IB	
	IES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		······································	
Documentati CIB 7	ion minimale consultée (système de classification suivi des symboles de G01S	e dassement)		
Documentati	ion consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où d	ces documents releve	ent des domaines s	ur lesquels a porté la recherche
D 1- 1-				
	nnées électronique consultée au cours de la recherche internationale (no ternal, WPI Data, PAJ, INSPEC	om on ia oase de dor	nees, ei si realisad	le, termes de recherche utilisés)
C. DOCUME	ENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie °	identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication d	es passages perliner	its	no. des revendications visées
х	HERNANDEZ-PAJARES M ET AL: "Impacting real-time ionospheric determination improving precise navigation with and next-generation GPS"	n on		1-9
	PROCEEDINGS ION GPS-2002, septembre 2002 (2002-09), XP001173 Portland, Oregon, USA le document en entier	132		
A	US 5 805 108 A (LENNEN GARY R) 8 septembre 1998 (1998-09-08) abrégé colonne 16, ligne 6 - colonne 17,	1igne 20		1,8
A .	US 6 356 232 B1 (ALBER CHRISTOPHER 12 mars 2002 (2002-03-12) abrégé	ET AL)		1,8
	-/-			
X Voir I	la sulte du cadre C pour la fin de la liste des documents	X Les document	s de familles de bre	l vets sont indiqués en annexe
*A' document définissant félat général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent  *E' document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date  *L' document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)  *O' document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens  *P' document publié avant la date de dépôt international, mais		Cocument ultérieur publié après la dale de dépôt international ou la dale de priorité et n'appartenenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention  d'ocument particulièrement pertinent, l'invan ton revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré bolément document particulièrement pertinent, l'inventive no revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est essocié à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier  document qui fait partie de la même famille de brevets		
	O juin 2004	Date d'expédition d		de recherche internationale
	sse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentiaan 2	Fonctionnaire auto		
	NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Roost,	J	

1

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 03/50176

A VOLLATH U ET AL: "Analysis of three-carrier ambiguity resolution technique for precise relative positioning in GNSS-2" NAVIGATION. JOURNAL OF THE INSTITUTE OF NAVIGATION, SPRING 1999, INST. NAVIGATION, USA, vol. 46, no. 1, avril 1999 (1999-04), pages 13-23, XPO08024320 ISSN: 0029-1522 cité dans la demande abrégé  A JUNG J, ENGE P, PERVAN B: "Optimization of Cascade Integer Resolution with Three Civil GPS Frequencies" INSTITUTE OF NAVIGATION, GPS 2000 CONFERENCE, 19 septembre 2000 (2000-09-19), - 22 septembre 2000 (2000-09-19), - 22 septembre 2000 (2000-09-22) XPO08024327 SALT LAKE CITY, UT cité dans la demande abrégé  A HERNANDEZ-PAJARES M, JUAN JM, SANZ J, COLOMBO OL: "Tomographic modeling of GNSS 10nospheric corrections: Assessment and real-time applications" PROCEEDINGS OF THE ION GPS-2001, septembre 2001 (2001-09), pages 616-625, XPO08024325 Salt lake City, Utah cité dans la demande abrégé  A HERNANDEZ-PAJARES M ET AL: "Improving the real-time ionospheric determination from GPS sites at very long distances over the equator" JOURNAL OF GEOPHYS. UNION, USA, vol. 107, no. AIO, octobre 2002 (2002-10), pages SIA10-1-10, XPO08024333 ISSN: 0148-0227 cité dans la demande abrégé	C.(suite) D	OCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS	
three-carrier ambiguity resolution technique for precise relative positioning in GNSS-2" NAVIGATION. JOURNAL OF THE INSTITUTE OF NAVIGATION, SPRING 1999, INST. NAVIGATION, USA, vol. 46, no. 1, avril 1999 (1999-04), pages 13-23, XP008024320 ISSN: 0028-1522 cité dans la demande abrégé  A JUNG J, ENGE P, PERVAN B: "Optimization of Cascade Integer Resolution with Three Civil GPS Frequencies" INSTITUTE OF NAVIGATION, GPS 2000 CONFERENCE, 19 septembre 2000 (2000-09-19), - 22 septembre 2000 (2000-09-22) XP008024327 SALT LAKE CITY, UT cité dans la demande abrégé  A HERNANDEZ-PAJARES M, JUAN JM, SANZ J, COLOMBO OL: "Tomographic modeling of GNSS ionospheric corrections: Assessment and real-time applications" PROCEEDINGS OF THE ION GPS-2001, septembre 2001 (2001-09), pages 616-625, XP008024325 Salt lake City, Utah cité dans la demande abrégé  A HERNANDEZ-PAJARES M ET AL: "Improving the real-time ionospheric determination from GPS sites at very long distances over the equator" JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1 OCT. 2002, AMERICAN GEOPHYS. UNION, USA, vol. 107, no. A10, octobre 2002 (2002-10), pages SIA10-1-10, XP008024333 ISSN: 0148-0227 cité dans la demande	Catégorie *	identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
of Cascade Integer Resolution with Three Civil GPS Frequencies" INSTITUTE OF NAVIGATION, GPS 2000 CONFERENCE, 19 septembre 2000 (2000-09-19), - 22 septembre 2000 (2000-09-22) XPO08024327 SALT LAKE CITY, UT cité dans la demande abrégé  A HERNANDEZ-PAJARES M, JUAN JM, SANZ J, COLOMBO OL: "Tomographic modeling of GNSS ionospheric corrections: Assessment and real-time applications" PROCEEDINGS OF THE ION GPS-2001, septembre 2001 (2001-09), pages 616-625, XPO08024325 Salt lake City, Utah cité dans la demande abrégé  A HERNANDEZ-PAJARES M ET AL: "Improving the real-time ionospheric determination from GPS sites at very long distances over the equator" JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1 OCT. 2002, AMERICAN GEOPHYS. UNION, USA, vol. 107, no. A10, octobre 2002 (2002-10), pages SIA10-1-10, XPO08024333 ISSN: 0148-0227 cité dans la demande	A	three-carrier ambiguity resolution technique for precise relative positioning in GNSS-2" NAVIGATION. JOURNAL OF THE INSTITUTE OF NAVIGATION, SPRING 1999, INST. NAVIGATION, USA, vol. 46, no. 1, avril 1999 (1999-04), pages 13-23, XP008024320 ISSN: 0028-1522 cité dans la demande	1,8
COLOMBO OL: "Tomographic modeling of GNSS ionospheric corrections: Assessment and real-time applications" PROCEEDINGS OF THE ION GPS-2001, septembre 2001 (2001-09), pages 616-625, XP008024325 Salt lake City, Utah cité dans la demande abrégé  A HERNANDEZ-PAJARES M ET AL: "Improving the real-time ionospheric determination from GPS sites at very long distances over the equator" JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1 OCT. 2002, AMERICAN GEOPHYS. UNION, USA, vol. 107, no. A10, octobre 2002 (2002-10), pages SIA10-1-10, XP008024333 ISSN: 0148-0227 cité dans la demande	A	of Cascade Integer Resolution with Three Civil GPS Frequencies" INSTITUTE OF NAVIGATION, GPS 2000 CONFERENCE, 19 septembre 2000 (2000-09-19), - 22 septembre 2000 (2000-09-22) XP008024327 SALT LAKE CITY, UT cité dans la demande	1,8
real-time ionospheric determination from GPS sites at very long distances over the equator" JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1 OCT. 2002, AMERICAN GEOPHYS. UNION, USA, vol. 107, no. A10, octobre 2002 (2002-10), pages SIA10-1-10, XP008024333 ISSN: 0148-0227 cité dans la demande	A ·	COLOMBO OL: "Tomographic modeling of GNSS ionospheric corrections: Assessment and real-time applications" PROCEEDINGS OF THE ION GPS-2001, septembre 2001 (2001-09), pages 616-625, XP008024325 Salt lake City, Utah cité dans la demande	1,8
		real-time ionospheric determination from GPS sites at very long distances over the equator" JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1 OCT. 2002, AMERICAN GEOPHYS. UNION, USA, vol. 107, no. Alo, octobre 2002 (2002-10), pages SIA10-1-10, XP008024333 ISSN: 0148-0227 cité dans la demande	1,8